

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-337166

(43)Date of publication of application : 07.12.2001

(51)Int.Cl.

G01S 17/46
G01B 11/00
G01C 3/06
G01S 17/10
G06F 3/00
G06F 3/033

(21)Application number : 2000-155768

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 26.05.2000

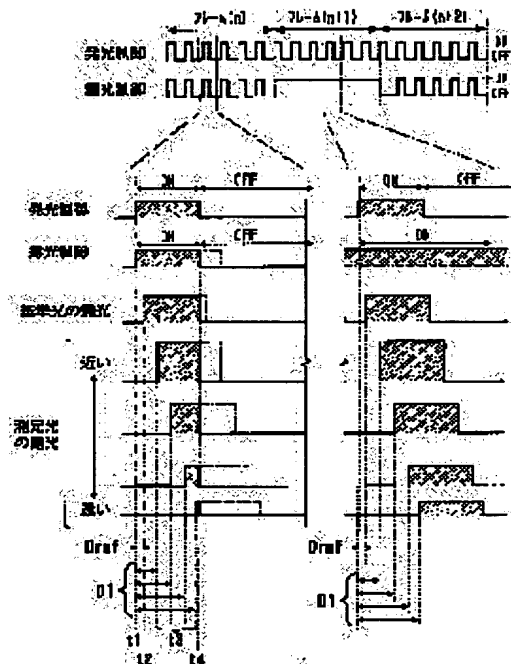
(72)Inventor : KANBE KOICHI
NORITA TOSHIO
UCHINO HIROSHI

(54) METHOD AND DEVICE FOR THREE-DIMENSIONAL INPUT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a compact three-dimensional input device which provides high resolution.

SOLUTION: Pulse light is projected on an object, reflection light from the object is received by a photographing area sensor consisting of a plurality of photoelectric transfer elements, light exposure control of the photographing area sensor is done with a timing with the projection of pulse light, and a distance is measured by each photoelectric transfer element based on an output of the photographing area sensor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the three-dimension input approach which measures the distance to two or more locations on an object object by projecting light and receiving the reflected light from an object object. Project pulsed light on an object object and the reflected light from an object object is received by the image pick-up area sensor which consists of two or more optoelectric transducers. The three-dimension input approach characterized by performing exposure control of an image pick-up area sensor to the timing which synchronized with projection of pulsed light, and measuring distance for every optoelectric transducer based on the output of said image pick-up area sensor.

[Claim 2] The three-dimension input approach according to claim 1 which measures distance for every optoelectric transducer based on the output of said image pick-up area sensor when carrying out exposure control so that light exposure may be dependent on an optical travelling period, and the output of said image pick-up area sensor when carrying out exposure control so that light exposure may not be dependent on an optical travelling period.

[Claim 3] The three-dimension input approach according to claim 1 of performing exposure control so that a pulsed light projection period and an exposure period may be in agreement.

[Claim 4] The three-dimension input approach according to claim 1 which carries out exposure control so that multiple times may be exposed to different timing to one projection.

[Claim 5] The three-dimension input approach according to claim 1 which carries out exposure control so that multiple times may be exposed within a pulsed light projection period.

[Claim 6] A light transmission means to be the three-dimension input unit which measures the distance to two or more locations on an object object by projecting light and receiving the reflected light from an object object, and to project pulsed light on an object object, The image pick-up area sensor which consists of two or more optoelectric transducers which receive the reflected light from an object object, The three-dimension input unit characterized by having a means to remove the light-receiving variable component on the strength by the distance or the reflection factor of an object object from the controller which performs exposure

control of an image pick-up area sensor to the timing which synchronized with projection of pulsed light, and the light exposure obtained by exposure control.

[Claim 7] The three-dimension input unit according to claim 6 which performs exposure control so that a pulsed light projection period and an exposure period may be in agreement.

[Claim 8] The three-dimension input unit according to claim 6 which carries out exposure control so that multiple times may be exposed to different timing to one projection.

[Claim 9] The three-dimension input unit according to claim 6 which carries out exposure control so that multiple times may be exposed within a pulsed light projection period.

[Claim 10] The three-dimension input unit according to claim 6 which amends measured value according to the light exposure of the pulsed light which has the internal optical path which leads pulsed light to at least one optoelectric transducer in said image pick-up area sensor from said light transmission means, and spread said internal optical path.

[Claim 11] The three-dimension input unit according to claim 6 with which the mode of operation which has an optical means for switching the illumination distribution in a projection field, projects the light of the 1st illumination distribution and the light of the 2nd illumination distribution in order to an object object, and measures distance for every optoelectric transducer based on the output of said image pick-up area sensor in the 1st projection and the output of said image pick-up area sensor in the 2nd projection was prepared.

[Claim 12] It is the three-dimension input approach which measures the distance to two or more locations on an object object by projecting light and receiving the reflected light from an object object. The light of the 1st illumination distribution and the light of the 2nd illumination distribution are projected in order to an object object. The output of said image pick-up area sensor [in / the light reflected with the object object in projection of each time is received by the image pick-up area sensor which consists of two or more optoelectric transducers, and / the 1st projection], The three-dimension input approach characterized by measuring distance for every optoelectric transducer based on the output of said image pick-up area sensor in the 2nd projection.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the three-dimension input approach and equipment which acquire objective positional information by projecting light and receiving the reflected light.

[0002]

[Description of the Prior Art] A three-dimension input can be performed using the time of flight (TOF:time of flight) to reception of the pulse which reflected and returned from transmission of the pulse of light by the body being dependent on distance.

[0003] The equipment configuration which modulates the light which carries out incidence to an image pick-up area sensor with an electrooptical modulator in the Patent Publication Heisei No. 508371 [11 to] official report, using an image pick-up area sensor (two-dimensional image sensors) as a light-receiving device is indicated. Distance is reflected in the light exposure of an image pick-up area sensor by performing the light-receiving modulation which synchronized with floodlighting. By asking for a ratio with the light exposure when not becoming irregular with the light exposure when becoming irregular, the distance information to a body can be acquired irrespective of the reflection factor of an object object. By using an image pick-up area sensor, it is more possible than the case where an optical path is deflected by the scanner to perform much ranging (namely, three-dimension input) of a point at a high speed.

[0004] Moreover, to JP,10-332827,A, fixed-ize the quantity of light of the reflective pulsed light which repeated projection of pulsed light the fixed period and returned, it is made to carry out incidence to an image pick-up area sensor, and the equipment configuration which measures the light exposure in a predetermined period is indicated. Light exposure is proportional to the number (pulse number) of reflective pulsed light, and, as for a longer long distance, there is less time of flight. By fixed-izing the quantity of light of reflective pulsed light, the three-dimension input independent of the reflection factor of an object object is attained.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the light modulation device needed to be incorporated with the configuration which controls the exposure timing of an image pick-up area sensor by light modulation as mentioned above, the miniaturization of equipment was difficult. With the configuration which fixed-izes the quantity of light of reflective pulsed light, a measurable range and the tolerance of

an objective reflection factor were restricted by the engine performance of the optical means for fixed-izing, and there was a problem that resolution will be decided by the projective period.

[0006] Moreover, also in conventional which configuration, since it was the method which detects the merits and demerits of time of flight based on light exposure, there was also a problem that it was difficult to perform highly precise ranging in a short-distance case.

[0007] This invention is small and aims at implementation of the three-dimension input unit of a high resolution. Other purposes are aiming at expansion of the range which can input request precision.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The distance to an object object is made to reflect in the light exposure of each optoelectric transducer by controlling the exposure timing of an image pick-up area sensor in this invention. For example, an exposure period is made in agreement with the luminescence period of the light source for irradiating an object object. The examples of representation of an image pick-up area sensor are a CCD sensor and an MOS mold sensor. A linear mold or a nonlinear mold (for example, a logarithm mold) is sufficient as the input-output behavioral characteristics.

[0009] Moreover, the 1st and 2nd light from which luminous-intensity-distribution distribution differs is projected in order, and the distance to an object object is made to reflect in the ratio of the light exposure in the 1st projection, and the light exposure in the 2nd projection in this invention. This becomes computable [the distance by the triangulation method]. If a TOF method (TOF law) and a triangulation method are used properly, a highly precise three-dimension input can be performed over a larger range.

[0010]

[Embodiment of the Invention] [The 1st operation gestalt]

[Configuration of equipment] drawing 1 is drawing showing the configuration of the three-dimension input unit concerning the 1st operation gestalt. (a) shows a whole configuration and (b) shows the configuration of an image pick-up side.

[0011] The three-dimension input unit 1 has the optical system which consists of the light source 11, the floodlighting lens 12, a light-receiving lens 21, and an image pick-up area sensor 22. The light source 11 injects a laser beam in response to the electric power supply from the luminescence circuit 32. The object object Q is irradiated by the laser beam which passed along the floodlighting lens 12. Incidence

of the reflected light from the object object Q is carried out to the image pick-up area sensor 22 through the light-receiving lens 21. The image pick-up area sensor 22 has the pixel which shaded the light from the outside of equipment, and a part of laser beam carries out incidence to this pixel as a "criteria light" directly, without passing through the exterior from the light source 11 through the internal optical path 15 which consists of an optical fiber. Below, the pixel to which a "measurement pixel" and criteria light carry out incidence of the pixel to which a "measuring beam" and this measuring beam carry out incidence of the light which carries out incidence to the image pick-up area sensor 22 through the light-receiving lens 21 is called "criteria pixel."

[0012] The image pick-up area sensor 22 operates according to the clock from the timing controller 33, and outputs the picture signal SG which shows the light exposure of each pixel which is a unit light-receiving field to the image-processing circuit 34. The image-processing circuit 34 performs a predetermined operation, and sends the ranging data DL obtained by that cause to the display 36 for the memory 35 for record, and a monitor display. A system controller 31 generalizes the control in connection with the light emitting/receiving and signal processing in the three-dimension input unit 1.

[0013] [Measuring method] drawing 2 is the explanatory view of a measurement principle. The light source carries out intermittent luminescence in response to the luminescence control signal which repeats ON/OFF by turns a fixed period. Exposure of an image pick-up area sensor is the intermittent exposure which synchronized with luminescence timing in the frame (n). Although luminescence timing and exposure timing are completely in agreement in illustration, as long as it has taken the synchronization, timing may shift and luminescence may differ in the die length (pulse width) of a period somewhat from exposure.

[0014] Time t -- a part of light (criteria light) which emitted light in 1 spreads an internal optical path, and it carries out incidence to a criteria pixel. the incidence of criteria light -- Time t -- it begins from t2 the time of the time amount Dref with which the time amount which spreads a luminescence time delay (offset time amount) and an internal optical path from 1 was doubled passing. the incidence of the measuring beam from an object object -- Time t -- it begins from t3 the time of the time amount D1 with which the time amount which spreads a luminescence time delay and an external optical path from 1 was doubled passing. Since exposure of an image pick-up area sensor is also stopped by t4 the time of luminescence stopping, the light exposure of the measurement pixel in one exposure takes the value

according to the distance to an object object, and the reflection factor of an object object. In addition, the factor of the light exposure change depending on distance has the attenuation (reinforcement falls, so that it is far) of optical reinforcement other than the difference in the exposure time by incidence being overdue. If the reflection factor of an object object is known, it is possible to find distance based on light exposure. Measurable distance is decided by the die length of the period of one luminescence. An error can be reduced by performing many light emitting/receiving and finding distance based on total (stored charge) of the light exposure within an one-frame period within an one-frame period.

[0015] However, it is difficult to get to know the reflection factor of each part of an object object beforehand in fact. Then, in a frame (n+1), exposure of an image pick-up area sensor is considered as continuation exposure. Thereby, the light exposure in a frame (n+1) mainly turns into an amount (reflection factor data) according to the reflection factor of an object object. Therefore, ranging data excluding the reflection factor component of an object from measurement data can be obtained by performing the next operation about each pixel of an image pick-up area sensor. Ranging data = measurement data / reflection factor data = [image data of frame (n)] / [the image data of a frame (n+1)]

This operation is realizable by the image-processing circuit 34 of a configuration of being shown in drawing 3.

[0016] It quantizes by A-D converter 401, and the picture signal SG sent from the image pick-up area sensor 22 is outputted as image data DG. In a frame (n), image data DG (measurement data) is once stored in a frame memory 410.

[0017] In a frame (n+1), if image data DG (reflection factor data) is outputted from A-D converter 401, synchronizing with it, image data DG of a frame (n) will be outputted from a frame memory 410, and an above-mentioned operation will be performed by the divider 420.

[0018] Moreover, by performing the next amendment operation based on the ranging data of a measurement pixel, and the ranging data of a criteria pixel, the effect of a luminescence time delay can be removed and the distance to the object object of each measurement pixel can be measured more correctly.

Ranging data [after amendment] = (ranging data of a measurement pixel) - (ranging data of a criteria pixel)

This calculation function may be prepared in the image-processing circuit 34, and a system controller 31 may bear an operation.

[0019] As a [example of image pick-up area sensor] image pick-up area sensor 22,

whichever of a CCD sensor and an MOS mold sensor may be used.

[0020] Drawing 4 is the explanatory view of a CCD sensor of operation. (a) shows structure typically and (b) shows control timing. The condition of t0, t1, t2, t3, and t4 is as follows at each time.

t0: The are recording of a charge by which photo electric conversion was carried out with the photodiode (PD) starts.

t1: The gate SH1 is set to ON and stored charge moves to the gate SH1.

t2: The gate SH1 serves as OFF and are recording of a charge starts in PD again.

t3: Gate OD serves as ON and the charge accumulated in the period of t2–t3 is discharged from PD to a substrate.

t4: OD gate serves as OFF and are recording of a charge starts again.

By repeating the above actuation, the charge by which photo electric conversion was carried out to Period Ton is accumulated in the gate SH1 one after another.

[0021] Drawing 5 is the signal waveform diagram showing control of the light emitting/receiving at the time of using a CCD sensor. Intermittent exposure which repeats actuation of drawing 4 R> 4 with a frame (n) is performed, and continuation exposure is performed with a frame (n+1). When the gate SH2 serves as ON at the time of frame termination, the charge stored in the gate SH1 in the frame (n) is sent to the transfer gate phiT1, and is outputted to the image-processing circuit 34 in parallel to exposure actuation of a frame (n+1).

[0022] Drawing 6 is the explanatory view of an MOS mold sensor of operation. In (a), the outline of structure and (b) show migration of a charge, and (c) shows control timing. The condition of t0, t1, t2, t3, and t4 is as follows at each time.

[0023] t0 :P Are recording of a charge starts in the parasitic capacitance C1 of D.

t1: Gate ST is set to ON and a charge moves from parasitic capacitance C1 to the capacitor C2 with a fully large capacity from it.

[0024] t2: Gate ST serves as OFF and the charge storage to parasitic capacitance C1 starts again.

t3: Gate RS serves as ON and the charge accumulated in the period of t2–t3 is discharged from parasitic capacitance C1 to power-source Rhine Vcc.

[0025] t4: Gate RS serves as OFF and are recording of a charge starts again.

By repeating the above actuation, the charge by which photo electric conversion was carried out to Period Ton is accumulated in the capacitor C2 one after another. In addition, since parasitic capacitance C1 is small compared with a capacitor C2, the potential of parasitic capacitance C1 rises greatly by are recording of a charge. When Gate ST is ON by this, a charge moves to a capacitor C2 from parasitic

capacitance C1.

[0026] Drawing 7 is the signal waveform diagram showing control of the light emitting/receiving at the time of using an MOS mold sensor. In drawing 7, the frame (n) in PD11–PD14 which are shown in drawing 6 (a) is equivalent to t0–t6, and a frame (n+1) is equivalent to t8–t10. The frame (n) in PD21–PD24 is equivalent to t5–t7, and a frame (n+1) is equivalent to t9–t11. Moreover, the frame (n) in PD31–PD34 is equivalent to t6–t8, and a frame (n+1) is equivalent to t10–t12.

[0027] Intermittent exposure which repeats actuation of drawing 6 with a frame (n) is performed, and continuation exposure is performed with a frame (n+1). As for the charge stored in the capacitor C2 with the frame (n), the signal with which the gates SL11–SL14 are equivalent to the charge of PD11–PD14 by being set to ON at the time of frame termination is memorized by the Rhine memory. The signal of PD11–PD14 which were memorized by the Rhine memory is a switch SV 1 – SV3. By turning on one by one, it is outputted to the image-processing circuit 34.

[0028] Next, if a signal is similarly outputted about PD21–PD24 and a signal is finally similarly stored in the Rhine memory about PD31–PD34, the continuation exposure equivalent to the frame (n+1) about PD11–PD14 will be started, and the signal of PD31–PD34 will be outputted in parallel to continuation exposure.

[0029] Since [cure against ambient light] ambient light is not dependent on the distance to an object, the incidence of the ambient light of image pick-up area sensor 22 HE causes incorrect ranging. As a cure of ambient light, there is use of the light filter which makes the light of the luminescence wavelength region of the light source penetrate alternatively. However, in a light filter, ambient light cannot be removed completely. According to the example explained below, incorrect ranging by ambient light can be prevented.

[0030] Drawing 8 is the signal waveform diagram showing the 1st modification of control. In a frame (n), while performing intermittent luminescence, intermittent exposure is performed to the same timing as luminescence.

[0031] With a frame (n+1), the ambient light component of the light exposure in a frame (n) is detected by performing intermittent exposure, without emitting light. With a frame (n+2), in order to obtain reflection factor data, intermittent luminescence and continuation exposure are performed.

[0032] And with a frame (n+3), the ambient light component of the light exposure in a frame (n+1) is detected by performing continuation exposure, without emitting light.

Drawing 9 R> 9 is the block diagram showing the 1st modification of an image-processing circuit.

[0033] Also in image-processing circuit 34b, like the case of drawing 3 , it quantizes by A-D converter 401, and the picture signal SG sent from the image pick-up area sensor 22 is outputted as image data DG.

[0034] In a frame (n), image data DG (measurement data) is once stored in a frame memory 411. In a frame (n+1), if image data DG (ambient light data of intermittent exposure) is outputted from A-D converter 401, from a frame memory 411, image data DG of a frame (n) will be outputted synchronizing with image data DG of a frame (n+1). The measurement data from which the ambient light component was removed by the operation in a subtractor 430 is obtained. The output of a subtractor 430 is once stored in a frame memory 412. Moreover, in a frame memory 411, the writing of image data DG (reflection factor data) of a frame (n+2) is performed in parallel to read-out.

[0035] If image data DG (ambient light data of continuation exposure) of a frame (n+3) is outputted from A-D converter 401, reflection factor data will be read from a frame memory 411, and the reflection factor data which removed the ambient light component from the subtractor 430 will be outputted. And the ranging data DL which removed the ambient light component are obtained by the operation in a divider 420.

[0036] By the ranging approach of controlling [expansion of measurable range] exposure timing and making distance reflecting in light exposure, long-distance measurement with time of flight longer than a luminescence period (luminescence pulse width) cannot be performed fundamentally. According to the example explained below, long-distance measurement is attained.

[0037] Drawing 10 is drawing showing the 2nd modification of control. With a frame (n), intermittent luminescence is performed and the same timing as luminescence performs intermittent exposure. With a frame (n+1), while performing intermittent luminescence, intermittent exposure of the timing which was overdue by the exposure time to the frame (n) is performed. With a frame (n+2), while performing intermittent luminescence, intermittent exposure of the timing which was overdue by the exposure time to the frame (n+1) is performed. And with a frame (n+3), in order to obtain reflection factor data, intermittent luminescence and continuation exposure are performed.

[0038] For example, when the incidence of a measuring beam begins from t13 like illustration at the time within the exposure period (t12-t14) of a frame (n+1), the measurement data according to the travelling period D11 and D11' showing the distance to an object object is obtained on the both sides of a frame (n+1) and a

frame (n+2). Such measurement data turns into ranging data with which the reflection factor component was removed by the division with the reflection factor data of a frame (n+3). An average with the ranging data obtained with the frame (n+1) and the ranging data obtained with the frame (n+2) is computed, and it considers as the ranging data of each pixel.

[0039] Thus, since the light which returned from the object object in the luminescence period to luminescence of one luminescence to a degree by setting up the exposure timing mutually shifted with frames can surely be received, if measurable distance is seen in time of flight, it will become long by the luminescence OFF period to the luminescence period from a luminescence period. Since time amount (henceforth fall-time difference) D11' from the time amount (henceforth a rise-time difference) D11 from the start of a transmitted pulse to the start of a receiving pulse and the fall of a transmitted pulse to the fall of a receiving pulse is measured and those averages are made into a ranging value, highly precise ranging becomes possible.

[0040] Drawing 11 is the block diagram showing the 2nd modification of an image-processing circuit. In image-processing circuit 34c, the picture signal SG outputted from the image pick-up area sensor 22 is changed into image data DG by A-D converter 401, and is written in a frame memory 411,412,413 in order for every frame. When image data DG of a frame (n+3) is outputted from A-D converter 401, from a frame memory 411, image data DG of the frame (n) from a frame memory 413 is outputted [image data DG of a frame (n+2)] for image data DG of a frame (n+1) from a frame memory 412, respectively. By the divider 421,422,423, the division of the pixel unit of image data DG outputted from each frame memories 411-413 and image data DG of the frame (n+3) outputted from A-D converter 401 is done, and the ranging data DL are computed about a frame (n) - (n+2) each. Three-dimension data are computed based on the ranging data DL of these three frames. Here, a system controller 31 shall calculate.

[0041] On the occasion of calculation of three-dimension data, a travelling period D11 and the data of two frames in which D11' is shown are chosen from the ranging data DL of three frames. When for that, a division is explained below.

[0042] The flow chart of the mode distinction which drawing 12 requires for calculation of three-dimension data, and drawing 13 are the wave form charts showing the relation between three sorts of modes, and a light-receiving stage. In addition, in drawing 12 , the frame is described as "F."

[0043] A system controller 31 reads the ranging data DL of the frame (n) obtained

by photography of a frame (n) – a frame (n+3) – a frame (n+2) from memory 35 (#101). And the size relation of the ranging data value in a frame (n) – a frame (n+2) is judged for every pixel, and one operation actuation of the modes 1, 2, and 3 is performed according to the result (#102–#112).

[0044] Like drawing 13, about a criteria pixel, the ranging data of a frame (n) express the rise-time difference Dref, and the ranging data of a frame (n+1) express fall-time difference Dref'. It is because the travelling period of an internal optical path is fully short compared with luminescence pulse width. Therefore, the ranging data of a frame (n) and (n+1) are always used for the operation about a criteria pixel. However, the modes 1–3 may be judged like [pixel / criteria] a measurement pixel, and ranging data may be chosen according to the result.

[0045] In the case of the mode 1, the ranging data of a frame (n) express the rise-time difference D101, and the ranging data of a frame (n+1) express fall-time difference D101'. Therefore, the ranging data of a frame (n) and (n+1) are used for an operation. each -- a frame -- it -- being the same -- a frame -- criteria -- a pixel -- data -- applying -- subtraction -- carrying out -- things -- D -- 101 -- Dref -- expressing -- having amended -- ranging -- data -- and -- D -- 101 -- ' -- Dref -- ' -- expressing -- having amended -- ranging -- data -- obtaining -- having . Let the average of these amended ranging data be ranging data in the measurement pixel judged to be the mode 1.

[0046] Similarly, in the case of the mode 2, calculation and the averaging operator of the amended ranging data showing D102–Dref and D102'–Dref' are performed using a frame (n+1) and the ranging data of (n+2). In the case of the mode 3, calculation and the averaging operator of the amended ranging data showing D103–Dref and D103'–Dref' are performed using the ranging data of a frame (n) and (n+2).

[0047] When performing long distance measurement as mentioned above, by shifting exposure timing by inter-frame, resolution increases and highly precise ranging becomes possible so that the exposure period of each frame may be made shorter than a luminescence period like drawing 14 and multiple times may be exposed during a luminescence period (pulsed light projection period) on the appearance assumed that two or more frames are simultaneous. In instantiation of drawing 14, a ranging value is calculated using the ranging data showing the rise-time difference D11 of a frame (n), and the ranging data showing fall-time difference D11' of a frame (n+3).

[0048] Moreover, also when performing long distance measurement, the effect of ambient light can be reduced. Drawing 15 is drawing showing the outline of the 4th

modification of control. Frame (n) At $(n+2)$, intermittent luminescence is performed and intermittent exposure is performed to the timing which is the same as luminescence or was overdue. With a frame $(n+3)$, luminescence is stopped, intermittent exposure is performed and ambient light data are obtained. With a frame $(n+4)$, in order to obtain reflection factor data, intermittent luminescence and continuation exposure are performed. With a frame $(n+5)$, luminescence is stopped and continuation exposure is performed.

[0049] Drawing 16 is the block diagram showing the 3rd modification of an image-processing circuit. In 34d of image-processing circuits, measurement data DG of a frame $(n+2)$, $(n+1)$, and (n) is memorized by the frame memory 411,412,413. If the ambient light data of a frame $(n+3)$ are outputted from A-D converter 401, synchronizing with it, read-out of frame memories 411-413 will be performed, and an ambient light component will be removed by the subtractor 431,432,433. The measurement data of the frame $(n+2)$ by which the ambient light component was removed, $(n+1)$, and (n) is written in a frame memory 414,415,416.

[0050] Next, if the reflection factor data of a frame $(n+4)$ are memorized by the frame memory 411 and the ambient light data of a frame $(n+5)$ are outputted from A-D converter 401, an ambient light component will be removed from the reflection factor data of a frame $(n+4)$ by the subtractor 431. Synchronizing with the data output from a subtractor 431, read-out of frame memories 414-416 is performed, and the ranging data DL of the frame $(n+2)$ which removed the ambient light component by the operation in a divider 431,432,433, $(n+1)$, and (n) are obtained.

[0051] [Example of everything but optical system] drawing 17 is drawing showing the modification of optical system. In this drawing, the same sign as drawing 1 is given to the component corresponding to an above-mentioned example.

[0052] In the configuration of this drawing (a), it is condensed by the collector lens 13 and the polarization mirror 17 at the principal point of the light-receiving lens 21, and the light which the light source 11 injected faces to the object object Q. Incidence of the reflected light from the object object Q is carried out to the predetermined pixel of the image pick-up area sensor 22 through the light-receiving lens 21, the quarter-wave length plate 16, and the polarization mirror 17. The polarization mirror 17 reflects perpendicular polarization and penetrates parallel polarization. The quarter-wave length plate 16 leans polarization 45 degrees.

[0053] In the configuration of this drawing (b), it is condensed with the collector lens 14 and a half mirror 18 at the principal point of the light-receiving lens 21, and the light which the light source 11 injected faces to the object object Q. Incidence of

the reflected light from the object object Q is carried out to the predetermined pixel of the image pick-up area sensor 22 through the light-receiving lens 21 and a half mirror 18.

The [2nd operation gestalt] The laser beam is suitable as a signal medium in ranging of a TOF method. However, since measurement of an optical travelling period deals with a high-speed event, it is difficult for it to secure high degree of accuracy by short-distance measurement. By using a TOF method and a triangulation method properly, it cannot be concerned with distance but ranging of fixed precision can be realized.

[0054] [Configuration of equipment] drawing 18 is drawing showing the configuration of the three-dimension input unit concerning the 2nd operation gestalt. In addition to the same component as the three-dimension input unit 1 mentioned above, the three-dimension input unit 2 has the concentration gradient filter 19 for triangulation, the filter controller 38, and a mode switch 39.

[0055] The function of the concentration gradient filter 19 is adjustable, and can be substantially considered [performing 1st and 2nd floodlighting from which luminous-intensity-distribution distribution differs and] as a through condition (homogeneity luminous intensity distribution). A mode switch 39 is a user interface for an operator to direct the change in long distance mode / short-distance mode. However, not only a manual change but a simple ranging sensor may detect a near distance, and the mode may be switched automatically. According to the mode setting signal S_m which a mode switch 39 outputs, a system controller 37 gives predetermined directions to the filter controller 38.

[0056] When long distance mode is specified, the concentration gradient filter 19 is controlled to irradiate the object object Q mostly at homogeneity, and ranging of the same TOF method as the three-dimension input unit 1 is performed. The actuation when short-distance mode is specified is as follows.

[0057] [Actuation of short-distance mode] drawing 19 is the explanatory view of the measurement principle in short-distance mode. As shown in this drawing (a), the property of the concentration gradient filter 19 is made into the property that the quantity of light changes along one direction (the direction of Y) in a perpendicular field to an optical axis.

[0058] In a frame (n), it floodlights using the concentration gradient filter 19, and continuation exposure is photoed. In the continuing frame (n+1), a photograph is taken as a condition which rotated the concentration gradient filter 19 180 degrees centering on the optical axis. By this, the floodlighting intensity ratios of a frame (n)

and a frame (n+1) will differ in all include angles on the basis of an optical axis, as shown in this drawing (b).

[0059] Whenever [incident angle θ of the light which the distance H and each pixel of each pixel of the image pick-up area sensor 22 and the light source receive], alpha is known and is a floodlighting intensity ratio, beam-of-light include-angle thetaa, thetab, and thetac. -- Correspondence relation is also known. Therefore, by asking for the intensity ratio of the incident light in a frame (n) and a frame (n+1) about a certain pixel shows the include angle (instantiation thetab) of the beam of light which irradiates the point q on the object object corresponding to the pixel. Based on this thetab, the distance Lq to Point q is computed in the way of triangulation. The image-processing circuit 34 does the division which obtains an optical intensity ratio, and a system controller 37 performs the distance operation about each pixel. The obtained ranging data are recorded and displayed.

[0060] In the above 1st and 2nd operation gestalt, using the image pick-up area sensor 22 in which color photography is possible, a three-dimension input and a two-dimensional color picture input may be performed, and both may be recorded or displayed. Although explanation of operation was given as what obtains the three-dimension image of one sheet, it is also possible to repeat measurement and to perform the three-dimension input of a dynamic body. The image pick-up area sensor 22 with a logarithmic-compression function may be used.

[0061]

[Effect of the Invention] According to invention of claim 1 thru/or claim 12, it is small and the three-dimension input unit of a high resolution can be realized. According to invention of claim 11, the range which can input request precision is expandable.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the configuration of the three-dimension input unit concerning the 1st operation gestalt.

[Drawing 2] It is the explanatory view of a measurement principle.

[Drawing 3] It is drawing showing the basic configuration of an image-processing circuit.

[Drawing 4] It is the explanatory view of a CCD sensor of operation.

[Drawing 5] It is the signal waveform diagram showing control of the light

emitting/receiving at the time of using a CCD sensor.

[Drawing 6] It is the explanatory view of an MOS mold sensor of operation.

[Drawing 7] It is the signal waveform diagram showing control of the light emitting/receiving at the time of using an MOS mold sensor.

[Drawing 8] It is the signal waveform diagram showing the 1st modification of control.

[Drawing 9] It is the block diagram showing the 1st modification of an image-processing circuit.

[Drawing 10] It is drawing showing the 2nd modification of control.

[Drawing 11] It is the block diagram showing the 2nd modification of an image-processing circuit.

[Drawing 12] It is the flow chart of the mode distinction concerning calculation of three-dimension data.

[Drawing 13] It is the wave form chart showing the relation between three sorts of modes, and a light-receiving stage.

[Drawing 14] It is drawing showing the 3rd modification of control.

[Drawing 15] It is drawing showing the outline of the 4th modification of control.

[Drawing 16] It is the block diagram showing the 3rd modification of an image-processing circuit.

[Drawing 17] It is drawing showing the modification of optical system.

[Drawing 18] It is drawing showing the configuration of the three-dimension input unit concerning the 2nd operation gestalt.

[Drawing 19] It is the explanatory view of the measurement principle in short-distance mode.

[Description of Notations]

Q Object object

22 Image Pick-up Area Sensor

33 Timing Controller

15 Internal Optical Path

19 Concentration Gradient Filter (Optical Means)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-337166

(P2001-337166A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 1 S 17/46		G 0 1 S 17/46	2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	H 2 F 1 1 2
			B 5 B 0 8 7
G 0 1 C 3/06		G 0 1 C 3/06	Z 5 E 5 0 1
G 0 1 S 17/10		G 0 1 S 17/10	5 J 0 8 4

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-155768(P2000-155768)

(22) 出願日 平成12年5月26日(2000.5.26)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 掃部 幸一

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 糊田 寿夫

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100086933

弁理士 久保 幸雄

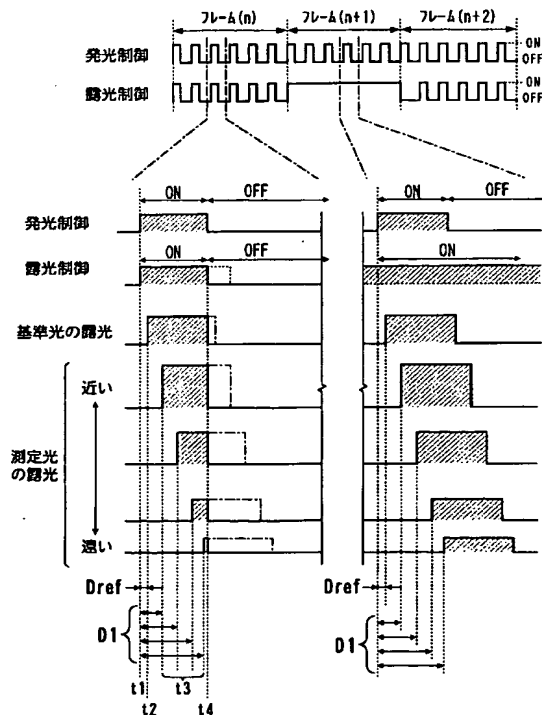
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元入力方法および3次元入力装置

(57) 【要約】

【課題】 小型で高分解能の3次元入力装置を実現する。

【解決手段】 対象物体にパルス光を投射し、対象物体からの反射光を複数の光電変換素子からなる撮像エリアセンサで受光し、パルス光の投射に同期したタイミングで撮像エリアセンサの露光制御を行い、撮像エリアセンサの出力に基づいて光電変換素子毎に距離を測定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光を投射して対象物体からの反射光を受光することによって、対象物体上の複数の位置までの距離を測定する3次元入力方法であって、

対象物体にパルス光を投射し、対象物体からの反射光を複数の光電変換素子からなる撮像エリアセンサで受光し、

パルス光の投射に同期したタイミングで撮像エリアセンサの露光制御を行い、前記撮像エリアセンサの出力に基づいて光電変換素子毎に距離を測定することを特徴とする3次元入力方法。

【請求項2】露光量が光伝搬時間に依存するように露光制御したときの前記撮像エリアセンサの出力と、露光量が光伝搬時間に依存しないように露光制御したときの前記撮像エリアセンサの出力とに基づいて、光電変換素子毎に距離を測定する請求項1記載の3次元入力方法。

【請求項3】パルス光投射期間と露光期間とが一致するように露光制御を行う請求項1記載の3次元入力方法。

【請求項4】1回の投射に対して、異なるタイミングで複数回の露光を行うように露光制御する請求項1記載の3次元入力方法。

【請求項5】パルス光投射期間内に複数回の露光を行うように露光制御する請求項1記載の3次元入力方法。

【請求項6】光を投射して対象物体からの反射光を受光することによって、対象物体上の複数の位置までの距離を測定する3次元入力装置であって、

対象物体にパルス光を投射する送光手段と、

対象物体からの反射光を受光する複数の光電変換素子からなる撮像エリアセンサと、

パルス光の投射に同期したタイミングで撮像エリアセンサの露光制御を行うコントローラと、

露光制御によって得られる露光量から、対象物体の距離または反射率による受光強度変化成分を除去する手段とを有することを特徴とする3次元入力装置。

【請求項7】パルス光投射期間と露光期間とが一致するように露光制御を行う請求項6記載の3次元入力装置。

【請求項8】1回の投射に対して、異なるタイミングで複数回の露光を行うように露光制御する請求項6記載の3次元入力装置。

【請求項9】パルス光投射期間内に複数回の露光を行うように露光制御する請求項6記載の3次元入力装置。

【請求項10】前記送光手段から前記撮像エリアセンサにおける少なくとも1個の光電変換素子へパルス光を導く内部光路を有し、

前記内部光路を伝搬したパルス光の露光量に応じて測定値を補正する請求項6記載の3次元入力装置。

【請求項11】投射領域における照度分布を切り換えるための光学手段を有し、

対象物体に対して第1の照度分布の光および第2の照度分布の光を順に投射し、1回目の投射における前記撮像

エリアセンサの出力と、2回目の投射における前記撮像エリアセンサの出力とに基づいて光電変換素子毎に距離を測定する動作モードが設けられた請求項6記載の3次元入力装置。

【請求項12】光を投射して対象物体からの反射光を受光することによって、対象物体上の複数の位置までの距離を測定する3次元入力方法であって、

対象物体に対して第1の照度分布の光および第2の照度分布の光を順に投射し、各回の投射において対象物体で反射した光を複数の光電変換素子からなる撮像エリアセンサで受光し、

1回目の投射における前記撮像エリアセンサの出力と、2回目の投射における前記撮像エリアセンサの出力とに基づいて、光電変換素子毎に距離を測定することを特徴とする3次元入力方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光を投射して反射光を受光することによって物体の位置情報を得る3次元入力方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光のパルスの送信から物体で反射して戻ったパルスの受信までの飛行時間（TOF：time of flight）が距離に依存することを利用して3次元入力を行うことができる。

【0003】特表平11-508371号公報には、受光デバイスとして撮像エリアセンサ（2次元イメージセンサ）を用い、電気光学変調器によって撮像エリアセンサに入射する光を変調する装置構成が記載されている。投光に同期した受光変調を行うことにより、距離が撮像エリアセンサの露光量に反映する。変調したときの露光量と変調しないときの露光量との比を求めることによって、対象物体の反射率に係わらず物体までの距離情報を得ることができる。撮像エリアセンサを用いることにより、走査機構で光路を偏向する場合よりも高速に、多数点の測距（すなわち3次元入力）を行うことが可能である。

【0004】また、特開平10-332827号公報には、一定周期でパルス光の投射を繰り返し、戻った反射パルス光の光量を一定化して撮像エリアセンサに入射させ、所定期間における露光量を測定する装置構成が記載されている。露光量は反射パルス光の個数（パルス数）に比例し、飛行時間が長い遠距離ほど少ない。反射パルス光の光量を一定化することにより、対象物体の反射率に依存しない3次元入力が可能となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述のように光変調によって撮像エリアセンサの露光タイミングを制御する構成では、光変調デバイスを組み込む必要があるため、装置の小型化が困難であった。反射パルス光の光量を一定

化する構成では、一定化のための光学手段の性能で測定可能な距離範囲および物体の反射率の許容範囲が制限され、かつ分解能が投射の周期で決まってしまうという問題があった。

【0006】また、従来のどちらの構成においても、飛行時間の長短を露光量に基づいて検出する方式であるので、短距離の場合に高精度の測距を行うのが難しいという問題もあった。

【0007】本発明は、小型で高分解能の3次元入力装置の実現を目的としている。他の目的は、所望精度の入力が可能な距離範囲の拡大を図ることである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明においては、撮像エリアセンサの露光タイミングを制御することによって、対象物体までの距離を各光電変換素子の露光量に反映させる。例えば、露光期間を対象物体を照射するための光源の発光期間と一致させる。撮像エリアセンサの代表例は、CCDセンサおよびMOS型センサである。その入出力特性は、リニア型でもノンリニア型（例えば対数型）でもよい。

【0009】また、本発明においては、配光分布の異なる第1および第2の光の投射を順に行い、対象物体までの距離を1回目の投射における露光量と2回目の投射における露光量との比率に反映させる。これにより三角測量法による距離の算出が可能となる。飛行時間法（TOF法）と三角測量法とを使い分ければ、より広い距離範囲にわたって高精度の3次元入力を行うことができる。

【0010】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕

【装置の構成】図1は第1実施形態に係る3次元入力装置の構成を示す図である。（a）は全体構成を示し、（b）は撮像面の構成を示している。

【0011】3次元入力装置1は、光源11、投光レンズ12、受光レンズ21、および撮像エリアセンサ22からなる光学系を有する。光源11は、発光回路32からの電力供給を受けてレーザ光を射出する。投光レンズ12を通ったレーザ光によって対象物体Qが照射される。対象物体Qからの反射光は受光レンズ21を経て撮像エリアセンサ22に入射する。撮像エリアセンサ22は装置外からの光を遮光した画素を有しており、この画素には光ファイバからなる内部光路15を通して光源11から外部を経ずに直接にレーザ光の一部が“基準光”として入射する。以下では、受光レンズ21を経て撮像エリアセンサ22に入射する光を“測定光”、この測定光が入射する画素を“測定画素”、基準光が入射する画素を“基準画素”という。

【0012】撮像エリアセンサ22は、タイミングコントローラ33からのクロックに従って動作し、単位受光領域である個々の画素の露光量を示す画像信号SGを画像処理回路34へ出力する。画像処理回路34は所定の

演算を行い、それにより得られた測距データDLを、記録のためのメモリ35およびモニタ表示のためのディスプレイ36へ送る。3次元入力装置1における投受光および信号処理に関わる制御はシステムコントローラ31が統括する。

【0013】〔測定方法〕図2は測定原理の説明図である。光源は一定周期で交互にON/OFFを繰り返す発光制御信号に呼応して間欠発光をする。撮像エリアセンサの露光は、フレーム（n）においては発光タイミングと同期した間欠露光である。図示では発光タイミングと露光タイミングとが完全に一致しているが、同期がとれていればタイミングがずれていてもよいし、期間の長さ（パルス幅）が発光と露光とで多少異なってもよい。

【0014】時点t1において発光した光の一部（基準光）は、内部光路を伝搬して基準画素に入射する。基準光の入射は、時点t1から発光遅れ時間（オフセット時間）および内部光路を伝搬する時間とを合わせた時間Drefが経過した時点t2から始まる。対象物体からの測定光の入射は、時点t1から発光遅れ時間および外部光路を伝搬する時間とを合わせた時間D1が経過した時点t3から始まる。発光が停止する時点t4で撮像エリアセンサの露光も停止するので、1回の露光における測定画素の露光量は対象物体までの距離および対象物体の反射率に応じた値をとる。なお、距離に依存する露光量変化の要因には、入射が遅れることによる露光時間の差異の他に、光強度の減衰（遠いほど強度が低下する）がある。対象物体の反射率が既知であれば、露光量に基づいて距離を求めることが可能である。1回の発光の期間の長さによって測定可能距離が決まる。1フレーム期間内に多数回の投受光を行って1フレーム期間内の露光量の総和（蓄積電荷）に基づいて距離を求めることにより、誤差を低減することができる。

【0015】しかし、実際には対象物体の各部の反射率を前もって知ることは難しい。そこで、フレーム（n+1）においては、撮像エリアセンサの露光を連続露光とする。これによりフレーム（n+1）における露光量は主として対象物体の反射率に応じた量（反射率データ）となる。したがって、撮像エリアセンサの各画素について次の演算を行うことにより、測定データから対象物の反射率成分を除いた測距データを得ることができる。測距データ＝測定データ÷反射率データ＝[フレーム（n）の画像データ]÷[フレーム（n+1）の画像データ]

この演算は図3に示す構成の画像処理回路34により実現可能である。

【0016】撮像エリアセンサ22から送られてくる画像信号SGはAD変換器401にて量子化され、画像データDGとして出力される。フレーム（n）において、画像データDG（測定データ）はフレームメモリ410に一旦格納される。

【0017】フレーム(n+1)において、画像データDG(反射率データ)がAD変換器401から出力されると、それに同期してフレームメモリ410からフレーム(n)の画像データDGが出力され、除算器420にて上述の演算が行われる。

【0018】また、測定画素の測距データと基準画素の測距データとに基づいて次の補正演算を行うことにより、発光遅れ時間の影響を取り除き、各測定画素の対象物体までの距離をより正確に測定することができる。

補正後の測距データ=(測定画素の測距データ)-(基準画素の測距データ)

この演算機能を画像処理回路34に設けてもよいし、システムコントローラ31が演算を担ってもよい。

【0019】[撮像エリアセンサの具体例] 撮像エリアセンサ22としては、CCDセンサおよびMOS型センサのどちらを用いてもよい。

【0020】図4はCCDセンサの動作説明図である。

(a)は構造を模式的に示し、(b)は制御タイミングを示す。各時点t0、t1、t2、t3、t4の状態は次のとおりである。

t0: フォトダイオード(PD)により光電変換された電荷の蓄積が始まる。

t1: ゲートSH1がONとされ、蓄積電荷がゲートSH1へ移る。

t2: ゲートSH1がOFFとなり、再びPDにて電荷の蓄積が始まる。

t3: ゲートODがONとなり、t2~t3の期間に蓄積した電荷がPDから基板へ排出される。

t4: ODゲートがOFFとなり、再び電荷の蓄積が始まる。

以上の動作を繰り返すことにより、ゲートSH1には期間Tonに光電変換された電荷が次々と蓄積されていく。

【0021】図5はCCDセンサを用いた場合の投受光の制御を示す信号波形図である。フレーム(n)では図4の動作を繰り返す間欠露光を行い、フレーム(n+1)では連続露光を行う。フレーム(n)においてゲートSH1に貯えられた電荷はフレーム終了時にゲートSH2がONとなることにより、転送ゲートφT1に送られ、フレーム(n+1)の露光動作と並行して画像処理回路34へ出力される。

【0022】図6はMOS型センサの動作説明図である。(a)は構造の概略、(b)は電荷の移動、(c)は制御タイミングを示す。各時点t0、t1、t2、t3、t4の状態は次のとおりである。

【0023】t0: PDの寄生容量C1にて電荷の蓄積が始まる。

t1: ゲートSTがONとされ、寄生容量C1からそれより十分に容量の大きいコンデンサC2へ電荷が移る。

【0024】t2: ゲートSTがOFFとなり、再び寄

生容量C1への電荷蓄積が始まる。

t3: ゲートRSがONとなり、t2~t3の期間に蓄積した電荷が寄生容量C1から電源ラインVccへ排出される。

【0025】t4: ゲートRSがOFFとなり、再び電荷の蓄積が始まる。

以上の動作を繰り返すことにより、コンデンサC2には期間Tonに光電変換された電荷が次々と蓄積されていく。なお、コンデンサC2と比べて寄生容量C1は小さいので、電荷の蓄積により寄生容量C1の電位が大きく上昇する。これによりゲートSTがONのときに、寄生容量C1からコンデンサC2へ電荷が移動する。

【0026】図7はMOS型センサを用いた場合の投受光の制御を示す信号波形図である。図7において、図6(a)に示されるPD11~PD14におけるフレーム

(n)はt0~t6に相当し、フレーム(n+1)はt8~t10に相当する。PD21~PD24におけるフレーム(n)はt5~t7に相当し、フレーム(n+1)はt9~t11に相当する。また、PD31~PD34におけるフレーム(n)はt6~t8に相当し、フレーム(n+1)はt10~t12に相当する。

【0027】フレーム(n)では図6の動作を繰り返す間欠露光を行い、フレーム(n+1)では連続露光を行う。フレーム(n)でコンデンサC2に貯えられた電荷はフレーム終了時にゲートSL11~SL14がONとなることにより、PD11~PD14の電荷に相当する信号がラインメモリにより記憶される。ラインメモリに記憶されたPD11~PD14の信号はスイッチSV1~SV3が順次にONしていくことにより、画像処理回路34へ出力される。

【0028】次に、PD21~PD24についても同様に信号が出力され、最後にPD31~PD34についても同様にラインメモリに信号が貯えられると、PD11~PD14についてのフレーム(n+1)に相当する連続露光が開始され、連続露光と並行してPD31~PD34の信号が出力される。

【0029】[環境光対策] 環境光は対象物体までの距離に依存しないので、撮像エリアセンサ22への環境光の入射は誤測距の原因となる。環境光の対策として、光源の発光波長域の光を選択的に透過させる光学フィルタの使用がある。しかし、光学フィルタでは環境光を完全に取り除くことはできない。次に説明する実施例によれば、環境光による誤測距を防止することができる。

【0030】図8は制御の第1変形例を示す信号波形図である。フレーム(n)では間欠発光を行うとともに、発光と同じタイミングで間欠露光を行う。

【0031】フレーム(n+1)では、発光を行わずに間欠露光を行うことにより、フレーム(n)における露光量のうちの環境光成分を検出する。フレーム(n+2)では、反射率データを得るために、間欠発光および

連続露光を行う。

【0032】そして、フレーム(n+3)では、発光を行わずに連続露光を行うことにより、フレーム(n+1)における露光量のうちの環境光成分を検出する。図9は画像処理回路の第1変形例を示すブロック図である。

【0033】画像処理回路34bにおいても、図3の場合と同様に、撮像エリアセンサ22から送られてくる画像信号SGはAD変換器401にて量子化され、画像データDGとして出力される。

【0034】フレーム(n)において、画像データDG(測定データ)はフレームメモリ411に一旦格納される。フレーム(n+1)において、画像データDG(間欠露光の環境光データ)がAD変換器401から出力されると、フレームメモリ411からはフレーム(n+1)の画像データDGに同期してフレーム(n)の画像データDGが出力される。減算器430での演算によって環境光成分を除去した測定データが得られる。減算器430の出力はフレームメモリ412に一旦格納される。また、フレームメモリ411では、読出しと並行してフレーム(n+2)の画像データDG(反射率データ)の書き込みが行われる。

【0035】フレーム(n+3)の画像データDG(連続露光の環境光データ)がAD変換器401から出力されると、フレームメモリ411から反射率データが読み出され、減算器430から環境光成分を除去した反射率データが出力される。そして、除算器420での演算によって、環境光成分を取り除いた測距データDLが得られる。

【0036】〔測定可能の距離範囲の拡大〕露光タイミングを制御して距離を露光量に反映させる測距方法では、基本的には発光期間(発光パルス幅)よりも飛行時間の長い遠距離の測定はできない。次に説明する実施例によれば、遠距離の測定が可能となる。

【0037】図10は制御の第2変形例を示す図である。フレーム(n)では、間欠発光を行い、発光と同じタイミングで間欠露光を行う。フレーム(n+1)では間欠発光を行うとともに、フレーム(n)に対して露光時間分だけ遅れたタイミングの間欠露光を行う。フレーム(n+2)では、間欠発光を行うとともに、フレーム(n+1)に対して露光時間分だけ遅れたタイミングの間欠露光を行う。そして、フレーム(n+3)では、反射率データを得るために、間欠発光および連続露光を行う。

【0038】例えば、図示のようにフレーム(n+1)の露光期間(t12~t14)内の時点t13から測定光の入射が始まる場合、対象物体までの距離を表す伝搬時間D11、D11'に応じた測定データが、フレーム(n+1)およびフレーム(n+2)の双方にて得られる。これらの測定データはフレーム(n+3)の反射率

データとの除算により反射率成分の除かれた測距データとなる。フレーム(n+1)にて得られた測距データとフレーム(n+2)にて得られた測距データとの平均を算出して各画素の測距データとする。

【0039】このようにフレームどうしで互いにずれた露光タイミングを設定することで、1回の発光から次の発光までの発光周期内に対象物体から戻った光を必ず受光することができるので、測定可能距離は飛行時間でみると発光期間から発光周期へと発光OFF期間分だけ長くなる。送信パルスの立上がりから受信パルスの立上がりまでの時間(以下、立上がり時間差という)D11と、送信パルスの立下がりから受信パルスの立下がりまでの時間(以下、立下がり時間差という)D11'とを測定し、それらの平均を測距値とするので、高精度な測距が可能となる。

【0040】図11は画像処理回路の第2変形例を示すブロック図である。画像処理回路34cにおいて、撮像エリアセンサ22から出力された画像信号SGはAD変換器401により画像データDGに変換され、フレーム毎に順にフレームメモリ411、412、413に書き込まれる。フレーム(n+3)の画像データDGがAD変換器401から出力されるとき、フレームメモリ411からはフレーム(n+2)の画像データDGが、フレームメモリ412からはフレーム(n+1)の画像データDGが、フレームメモリ413からはフレーム(n)の画像データDGがそれぞれ出力される。除算器421、422、423によって、各フレームメモリ411~413から出力された画像データDGとAD変換器401から出力されたフレーム(n+3)の画像データDGとの画素単位の除算が行われ、フレーム(n)~(n+2)のそれぞれについて測距データDLが算出される。これら3フレームの測距データDLに基づいて3次元データが算出される。ここでは、システムコントローラ31が演算を行うものとする。

【0041】3次元データの算出に際しては、3フレームの測距データDLから、伝搬時間D11、D11'を示す2フレームのデータを選択する。そのための場合分けについて次に説明する。

【0042】図12は3次元データの算出に係るモード判別のフローチャート、図13は3種のモードと受光時期との関係を示す波形図である。なお、図12においてはフレームを「F」と記してある。

【0043】システムコントローラ31は、フレーム(n)~フレーム(n+3)の撮影で得られたフレーム(n)~フレーム(n+2)の測距データDLをメモリ35から読み出す(#101)。そして、画素毎にフレーム(n)~フレーム(n+2)における測距データ値の大小関係を判定し、その結果に応じてモード1、2、3のいずれかの演算動作を行う(#102~#112)。

【0044】図13のように、基準画素についてはフレーム(n)の測距データが立上がり時間差Drefを表し、フレーム(n+1)の測距データが立下がり時間差Dref'を表している。内部光路の伝搬時間が発光パルス幅と比べて十分に短いからである。したがって、基準画素についての演算には常にフレーム(n)、(n+1)の測距データを用いる。ただし、基準画素についても測定画素と同様にモード1~3の判定を行い、その結果に従って測距データを選択してもよい。

【0045】モード1の場合、フレーム(n)の測距データが立上がり時間差D101を表し、フレーム(n+1)の測距データが立下がり時間差D101'を表す。したがって、演算にはフレーム(n)、(n+1)の測距データを用いる。各フレームにそれと同じフレームの基準画素のデータを適用して減算を行うことにより、 $D101 - Dref$ を表す補正した測距データおよび $D101' - Dref'$ を表す補正した測距データが得られる。これらの補正した測距データの平均をモード1と判定された測定画素における測距データとする。

【0046】同様に、モード2の場合はフレーム(n+1)、(n+2)の測距データを用いて、 $D102 - Dref$ 、 $D102' - Dref'$ を表す補正した測距データの算出および平均演算を行う。モード3の場合はフレーム(n)、(n+2)の測距データを用いて、 $D103 - Dref$ 、 $D103' - Dref'$ を表す補正した測距データの算出および平均演算を行う。

【0047】以上のようにして遠距離測定を行う場合に、図14のように各フレームの露光期間を発光期間よりも短くし、複数のフレームが同時と仮定した見かけの上で発光期間(パルス光投射期間)中に複数回の露光を行うように、フレーム間で露光タイミングをずらすことにより、分解能が高まって高精度の測距が可能となる。図14の例示では、立上がり時間差D11を表すフレーム(n)の測距データと、立下がり時間差D11'を表すフレーム(n+3)の測距データとを用いて測距値を求める。

【0048】また、遠距離測定を行う場合にも環境光の影響を低減することができる。図15は制御の第4変形例の概要を示す図である。フレーム(n)~(n+2)では、間欠発光を行い、発光と同じまたは遅れたタイミングで間欠露光を行う。フレーム(n+3)では発光を停止して間欠露光を行い、環境光データを得る。フレーム(n+4)では反射率データを得るために、間欠発光および連続露光を行う。フレーム(n+5)では発光を停止して連続露光を行う。

【0049】図16は画像処理回路の第3変形例を示すブロック図である。画像処理回路34dにおいて、フレームメモリ411、412、413にはフレーム(n+2)、(n+1)、(n)の測定データDGが記憶される。フレーム(n+3)の環境光データがAD変換器4

01から出力されると、それに同期してフレームメモリ411~413の読出しが行われ、減算器431、432、433によって環境光成分が取り除かれる。環境光成分の取り除かれたフレーム(n+2)、(n+1)、(n)の測定データはフレームメモリ414、415、416に書き込まれる。

【0050】次に、フレームメモリ411にはフレーム(n+4)の反射率データが記憶され、フレーム(n+5)の環境光データがAD変換器401から出力されると、減算器431によってフレーム(n+4)の反射率データから環境光成分が除去される。減算器431からのデータ出力に同期してフレームメモリ414~416の読出しが行われ、除算器431、432、433での演算によって、環境光成分を取り除いたフレーム(n+2)、(n+1)、(n)の測距データDLが得られる。

【0051】〔光学系の他の例〕図17は光学系の変形例を示す図である。同図において上述の例に対応する構成要素には図1と同じ符号を付してある。

【0052】同図(a)の構成において、光源11が射出した光はコレクタレンズ13および偏光ミラー17により受光レンズ21の主点に集光され、対象物体Qに向かう。対象物体Qからの反射光は受光レンズ21、1/4波長板16、および偏光ミラー17を経て撮像エリアセンサ22の所定の画素に入射する。偏光ミラー17は垂直偏光を反射し、平行偏光を透過する。1/4波長板16は偏光を45度傾ける。

【0053】同図(b)の構成において、光源11が射出した光はコレクタレンズ14およびハーフミラー18により受光レンズ21の主点に集光され、対象物体Qに向かう。対象物体Qからの反射光は受光レンズ21、ハーフミラー18を経て撮像エリアセンサ22の所定の画素に入射する。

〔第2実施形態〕TOF方式の測距における信号媒体としてレーザ光は好適である。しかし、光伝搬時間の測定は高速の事象を取り扱うので、近距離測定で高精度を確保するのが難しい。TOF方式と三角測量方式とを使い分けることにより、遠近に関わらず一定精度の測距を実現することができる。

【0054】〔装置の構成〕図18は第2実施形態に係る3次元入力装置の構成を示す図である。3次元入力装置2は、上述した3次元入力装置1と同様の構成要素に加えて、三角測量のための濃度勾配フィルタ19、フィルタコントローラ38、およびモードスイッチ39を有する。

【0055】濃度勾配フィルタ19の機能は可変であり、配光分布の異なる第1、第2の投光を行うこと、および実質的にスルー状態(均一配光)とすることが可能である。モードスイッチ39は、操作者が遠距離モード/近距離モードの切り換えを指示するためのユーザーイン

タフェースである。ただし、手動の切換えに限らず、簡便な測距センサでおおよその距離を検出し、自動的にモードを切り換えてもよい。モードスイッチ 39 が出力するモード設定信号 S_m に応じて、システムコントローラ 37 はフィルタコントローラ 38 に対して所定の指示を与える。

【0056】遠距離モードが指定された場合は、対象物体 Q をほぼ均一に照射するように濃度勾配フィルタ 19 が制御され、3次元入力装置 1 と同様の T O F 方式の測距が行われる。近距離モードが指定された場合の動作は以下のとおりである。

【0057】[近距離モードの動作] 図 19 は近距離モードの測定原理の説明図である。同図 (a) のように、濃度勾配フィルタ 19 の特性を、光軸に対して垂直な面において 1 方向 (Y 方向) に沿って光量に変化する特性とする。

【0058】フレーム (n) において濃度勾配フィルタ 19 を用いて投光し、連続露光の撮影を行う。続くフレーム (n+1) においては、濃度勾配フィルタ 19 を光軸を中心に 180 度回転した状態として撮影を行う。これにより、フレーム (n) とフレーム (n+1) との投光強度比は、同図 (b) のように光軸を基準として全ての角度において異なることになる。

【0059】撮像エリアセンサ 22 の各画素と光源との距離 H 、および各画素が受光する光の入射角度 α は既知であり、投光強度比と光線角度 θa 、 θb 、 θc … との対応関係も既知である。したがって、ある画素についてフレーム (n) とフレーム (n+1) における入射光の強度比を求めることにより、その画素に対応した対象物体上の点 q を照射する光線の角度 (例示では θb) が分かる。この θb に基づいて、三角測量の要領で点 q までの距離 L_q を算出する。光強度比を得る除算は画像処理回路 34 が行い、各画素についての距離演算はシステムコントローラ 37 が行う。得られた測距データは記録され、かつ表示される。

【0060】以上の第 1 および第 2 実施形態において、カラー撮影が可能な撮像エリアセンサ 22 を用い、3次元入力と 2次元カラー画像入力とを行い、両者を記録したり表示したりしてもよい。1枚の 3次元画像を得るものとして動作説明をしたが、測定を繰り返して動体の 3次元入力を行うことも可能である。対数圧縮機能をもつ

撮像エリアセンサ 22 を使用してもよい。

【0061】

【発明の効果】請求項 1 乃至請求項 12 の発明によれば、小型で高分解能の 3次元入力装置を実現することができる。請求項 11 の発明によれば、所望精度の入力が可能な距離範囲を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施形態に係る 3次元入力装置の構成を示す図である。

【図 2】測定原理の説明図である。

【図 3】画像処理回路の基本構成を示す図である。

【図 4】C C D センサの動作説明図である。

【図 5】C C D センサを用いた場合の投受光の制御を示す信号波形図である。

【図 6】M O S 型センサの動作説明図である。

【図 7】M O S 型センサを用いた場合の投受光の制御を示す信号波形図である。

【図 8】制御の第 1 変形例を示す信号波形図である。

【図 9】画像処理回路の第 1 変形例を示すブロック図である。

【図 10】制御の第 2 変形例を示す図である。

【図 11】画像処理回路の第 2 変形例を示すブロック図である。

【図 12】3次元データの算出に係るモード判別のフローチャートである。

【図 13】3種のモードと受光時期との関係を示す波形図である。

【図 14】制御の第 3 変形例を示す図である。

【図 15】制御の第 4 変形例の概要を示す図である。

【図 16】画像処理回路の第 3 変形例を示すブロック図である。

【図 17】光学系の変形例を示す図である。

【図 18】第 2 実施形態に係る 3次元入力装置の構成を示す図である。

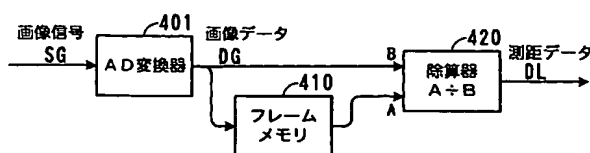
【図 19】近距離モードの測定原理の説明図である。

【符号の説明】

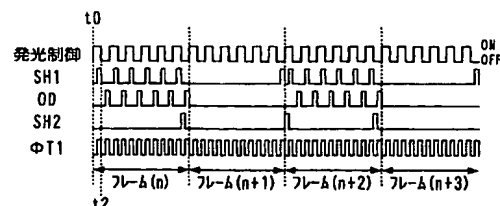
Q 対象物体
22 撮像エリアセンサ
33 タイミングコントローラ
15 内部光路
19 濃度勾配フィルタ (光学手段)

【図 3】

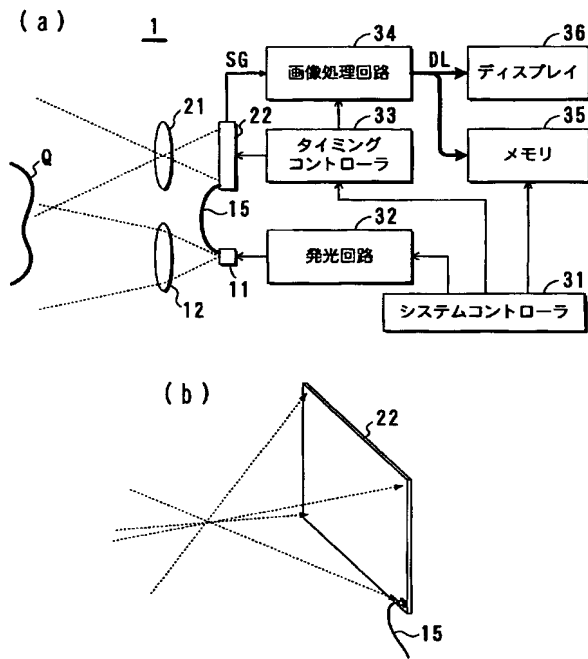
34 画像処理回路



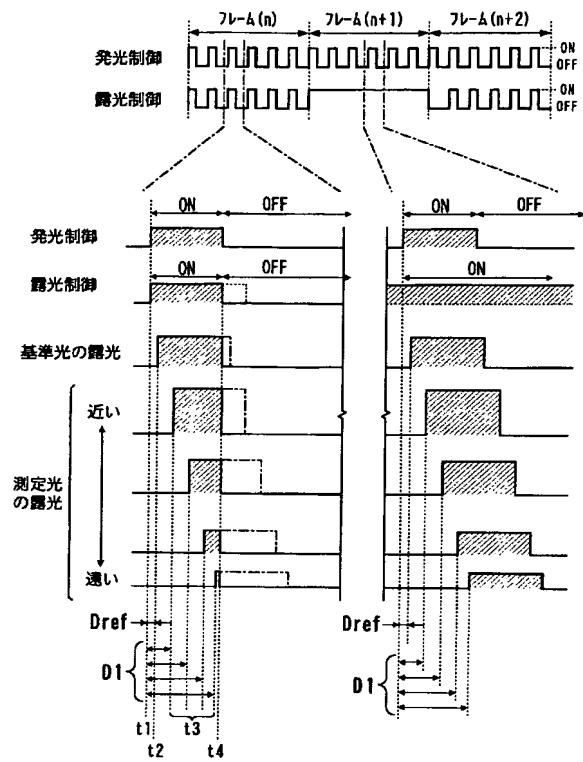
【図 5】



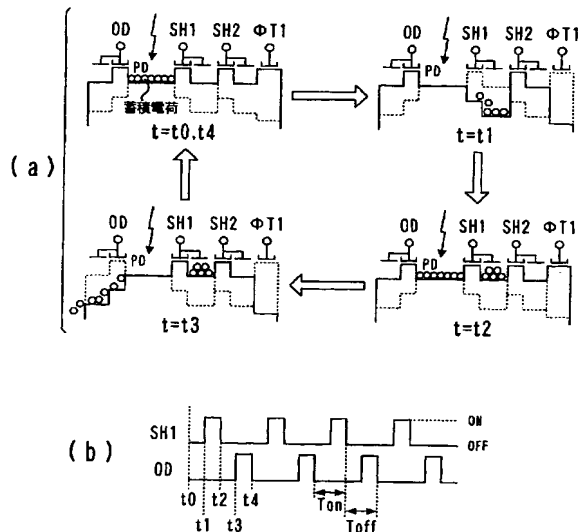
【図1】



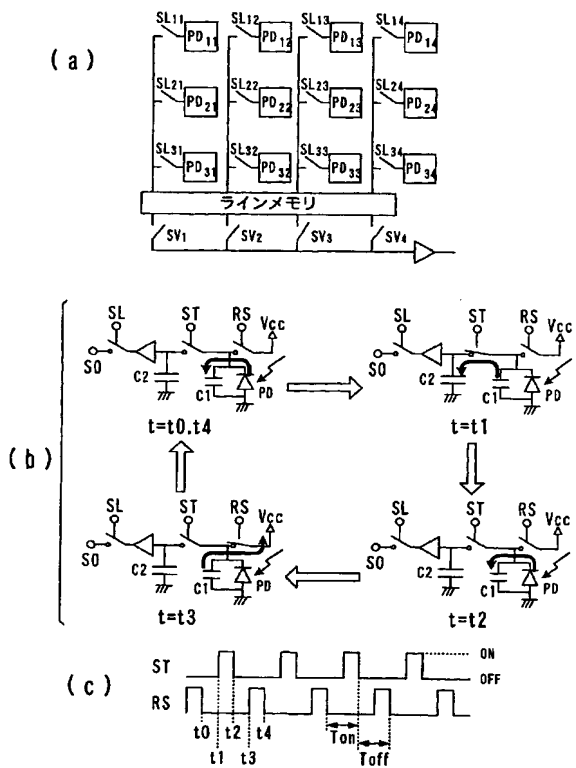
【図2】



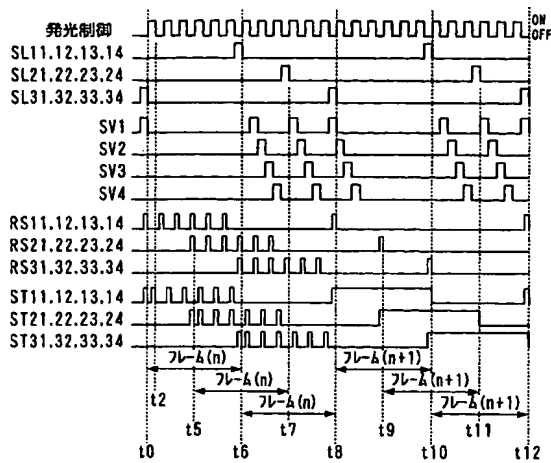
【図4】



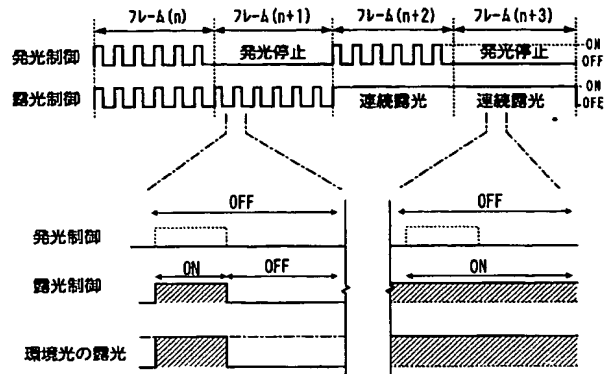
【図6】



【図7】

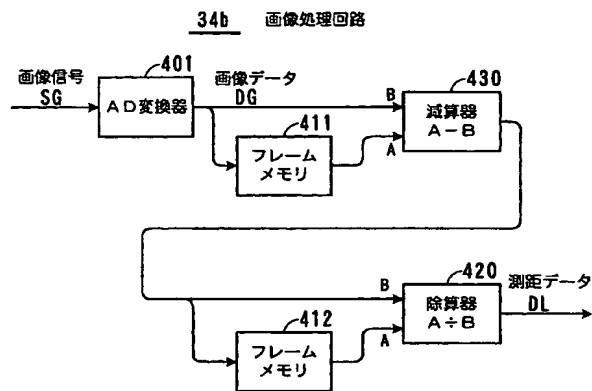


【図8】

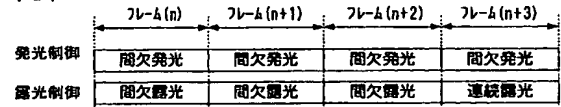


【図10】

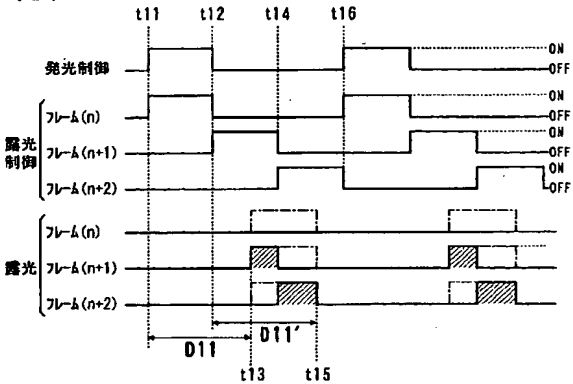
【図9】



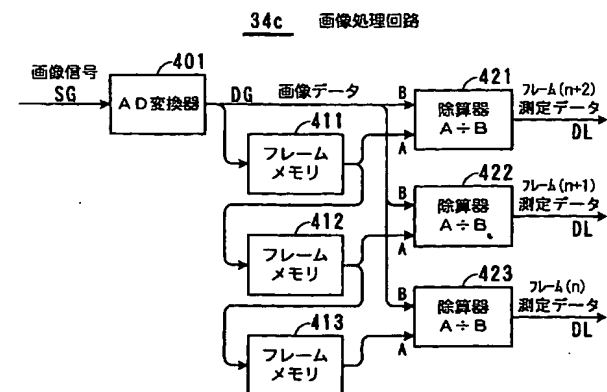
(a)



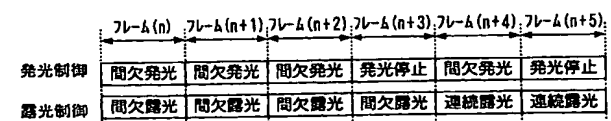
(b)



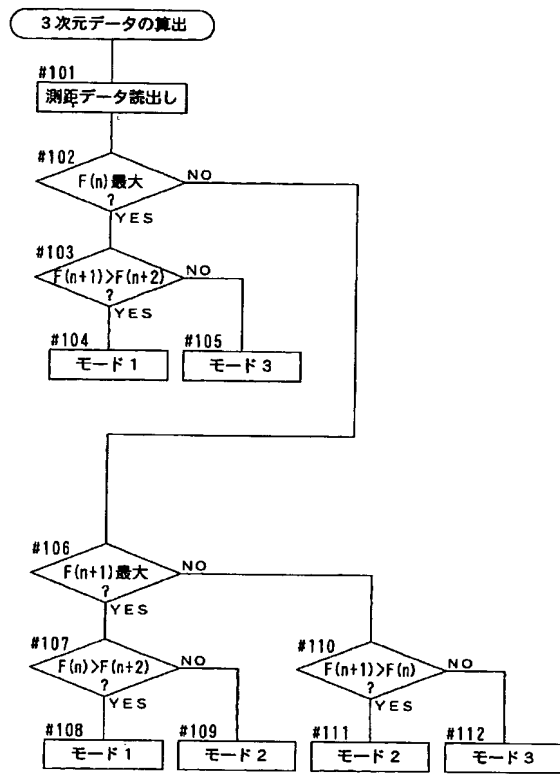
【図11】



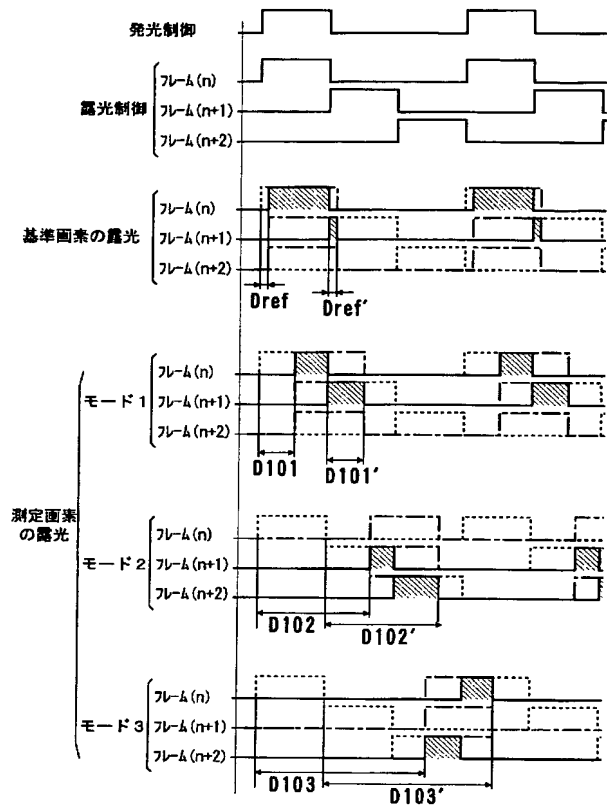
【図15】



【図12】

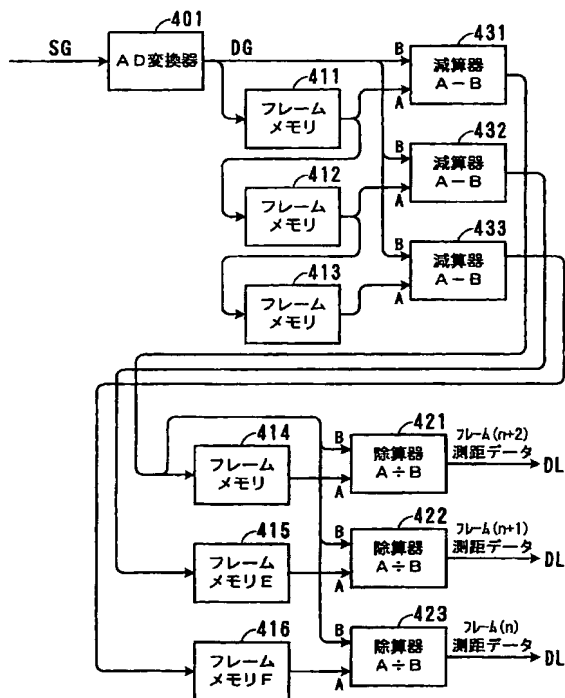


【図13】

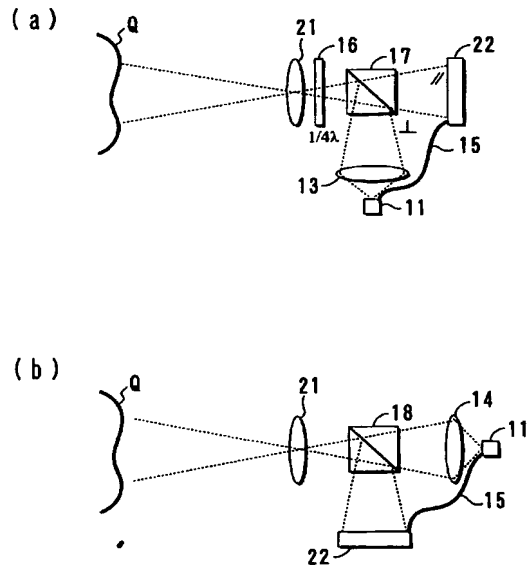


【図16】

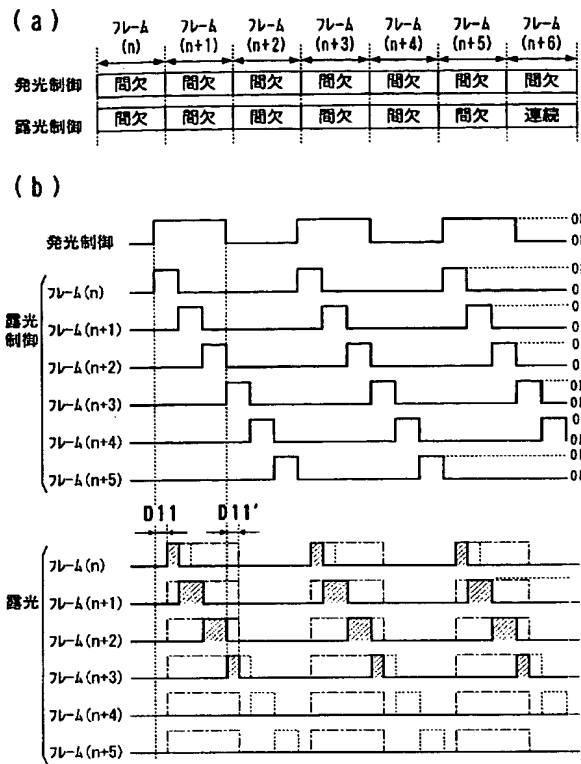
34d 画像処理回路



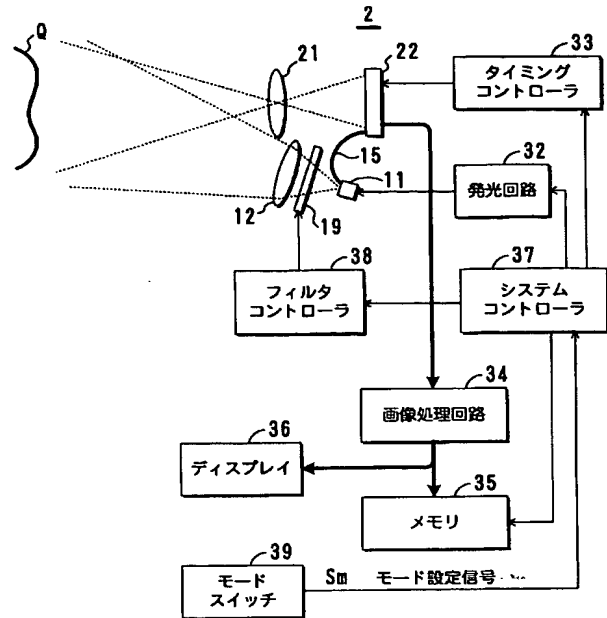
【図17】



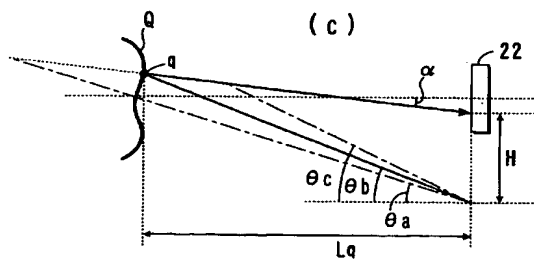
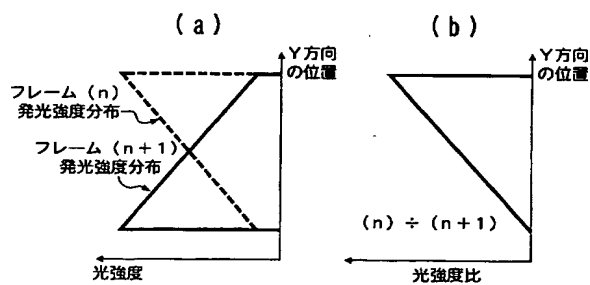
【図14】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
G 0 6 F	3/00	G 0 6 F	6 3 0
	3/033	3/033	3 1 0 Y
(72) 発明者	内野 浩志 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 13 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内		
			F タ-ム (参考) 2F065 AA06 AA53 DD02 DD12 EE00
			FF12 FF32 FF42 FF61 GG04
			GG08 JJ03 JJ26 LL04 NN12
			PP22 QQ03 QQ23 QQ24 QQ26
			QQ42 SS02 SS13
			2F112 AD03 AD05 BA03 BA10 CA08
			EA20 FA03 FA12 FA21 FA45
			GA10
			5B087 AA07 AD01 BC12 BC19 BC26
			BC32
			5E501 BA20 CB20
			5J084 AA05 AD05 BA03 BA36 BA51
			BB02 BB20 CA03 CA70 EA04